# Opérateur CALC_CHAR_SEISME

## 1 But

Etablir le chargement sismique pour un calcul de réponse en mouvement relatif par rapport aux appuis. Pour une meilleure compréhension théorique de ce chargement, on se reportera au document [R4.05.01].
Le concept produit est directement utilisable lors d'une analyse transitoire directe avec DYNA_LINE_TRAN [U4.53.02] ou par synthèse modale avec DYNA_TRAN_MODAL [U4.53.21]. En revanche pour une analyse transitoire directe non linéaire avec DYNA_NON_LINE [U4.53.01], il faut transformer ce concept en charge à partir de l'opérateur AFFE_CHAR_MECA [U4.44.01].

Produit un champ aux nœuds de grandeur DEPL_R .

# Table des matières

# 2 Syntaxe

```
s   [cham_no_sdaster] = CALC_CHAR_SEISME

          (  ♦  MATR_MASS = m                              [matr_asse_DEPL_R]

             ♦  DIRECTION = (d1,d2,d3,r1,r2,r3)            [l_R]

             ♦  /  MONO_APPUI = 'OUI'
                /  MODE_STAT = mode                        [mode_meca]

                     ♦  /  NOEUD = noeu                    [l_noeud]
                        /  GROUP_NO = g_noeu               [l_gr_noeud]

             ◊  TITRE = titre                              [l_Kn]

          )
```

# 3 Opérandes

## 3.1 Opérande MATR_MASS

♦ MATR_MASS = m

Matrice de masse du système.

## 3.2 Opérande DIRECTION

♦ DIRECTION = (d1,d2,d3,r1,r2,r3)

Composantes d'un vecteur donnant la direction du séisme dans le repère global. C'est une liste de trois réels si les accélérogrammes imposés sont uniquement de translations. Si on impose également des accélérations de rotations, on attend une liste de six réels (valable pour des modélisations avec des éléments discrets).

## 3.3 Description du mouvement d'entraînement

### 3.3.1 Opérande MONO_APPUI

♦ / MONO_APPUI = 'OUI'

La structure est excitée uniformément à tous les appuis (mouvement d'entraînement de corps solide).

### 3.3.2 Excitation multi appuis

Dans ce cas, les accélérations subies par l'ensemble des points d'ancrage de la structure étudiée ne sont pas forcément identiques et en phase.

#### 3.3.2.1 Opérande MODE_STAT

/ MODE_STAT = mode

Modes statiques de la structure : concept de type mode_meca produit par l'opérateur MODE_STATIQUE [U4.52.14] avec l'option MODE_STAT . Ils correspondent aux 6 nb_supports modes statiques où nb_supports est le nombre d'accélérogrammes différents subis par la structure.

**Remarque :**

*Si la structure n'est sollicitée que par des translations, il y a alors 3 nb_supports modes statiques.*

#### 3.3.2.2 Opérandes NOEUD / GROUP_NO

♦ / NOEUD = noeu
/ GROUP_NO = g_noeu

Liste de nœuds ( noeu ) ou groupes de nœuds ( g_noeu ) de la structure soumis à l'excitation sismique : ces noeuds supportent les ddl d'appuis de la structure auxquels sont appliqués les mouvements imposés.

## 3.4 Opérande TITRE

◊ TITRE = titre

Titre attaché au concept produit par cet opérateur [U4.03.01].

# 4 Exemples

Les deux exemples qui suivent illustrent l'emploi de l'opérateur CALC_CHAR_SEISME dans les cas d'une excitation sismique mono appui et dans le cas multi appuis (accélération identique puis différente sur chaque appui).

## 4.1 Calcul d'un second membre en mono appui

On considère la modélisation sismique poutre du bâtiment réacteur 1300 MW de la centrale nucléaire de CIVAUX (cas test SDLL109B) telle que présentée dans la documentation de l'opérateur POST_ELEM [U4.81.22].

On désire déterminer des efforts lors de la réponse dynamique transitoire de la structure à un séisme dans la direction X. Le calcul de réponse transitoire est ici effectué par recombinaison modale par DYNA_TRAN_MODAL [U4.53.21].

On calcule les modes de vibrations de la structure du modèle reposant sur un seul appui élastique (ressort de sol) :

```
# --- recherche des modes propres de vibration ------------------------

MODES = MODE_ITER_SIMULT( MATR_A = RIGIDITE,  MATR_B = MASSE,
                          CALC_FREQ =_F( OPTION = 'PLUS_PETITE',
                                         NMAX_FREQ = 33         )  )
```

On définit l'accélérogramme du séisme :

```
# --- excitation -------------------------------------------------------

LBNSNL1 = DEFI_FONCTION( NOM_RESU = 'ACCE',   NOM_PARA = 'INST',
                         PROL_GAUCHE = 'EXCLU',  PROL_DROIT = 'EXCLU',
                         VALE =(

      0.00000E+00   9.98700E-02   1.00000E-02   6.60700E-02
      2.00000E-02  -5.65000E-03   3.00000E-02  -9.46800E-02
-----------------------------------------------------
      1.19800E+01   1.68110E-01   1.19900E+01   8.80300E-02
      1.20000E+01   0.00000E+00   9.98700E-02   0.00000E+00   )

                          ) ;

ACCELERO = CALC_FONCTION( COMB =_F(FONCTION= LBNSNL1,  COEF= 1.47 ) ) ;
```

On calcule le second membre (champ aux nœuds des forces d'inertie d'entraînement) et on définit la direction du séisme

```
DIRSEISM = CALC_CHAR_SEISME ( MATR_MASS = MASSE,
                              MONO_APPUI = 'OUI',
                              DIRECTION = ( -1., 0., 0. ) ) ;
```

On procède au calcul de la réponse transitoire dans l'espace modal

```
# --- projection des matrices et vecteur assemblés sur les modes

MACRO_PROJ_BASE(  BASE=MODE,
                   NB_VECT=33,MATR_ASSE_GENE=(
                   _F(
                                   MATRICE = CO("MASSGENE"),
                                   MATR_ASSE = MASSE),
                   _F(
                                   MATRICE = CO("RIGIGENE"),
                                   MATR_ASSE = RIGIDITE)),
                   VECT_ASSE_GENE=_F(
                                   VECTEUR = CO("VECTGENE"),
                                   VECT_ASSE = SEISME)
                              );

# --- calcul par combinaison modale ------------------------------------

LISTAMOR=( 0.055, 0.055, 0.070, 0.070, 0.071, 0.072, 0.157, 0.085, 0.086,
           0.070, 0.076, 0.074, 0.071, 0.072, 0.115, 0.073, 0.076, 0.086,
           0.081, 0.070, 0.072, 0.075, 0.074, 0.070, 0.152, 0.148, 0.074,
           0.297, 0.074, 0.075, 0.089, 0.138, 0.118, )


TRANGENE=DYNA_TRAN_MODAL(  MASS_GENE=MASSGENE,  RIGI_GENE=RIGIGENE,
                           METHODE=METHODE,
                           AMOR_REDUIT=LISTAMOR,
                           INCREMENT=_F(  INST_INIT = 0.,
                                          INST_FIN = 4.,  PAS = 0.002,
                                          VERI_PAS = 'NON'),
                       EXCIT=_F(  VECT_GENE = VECTGENE,
                                FONC_MULT = ACCELERO),
                                      ))
```

On a utilisé ici l'accélérogramme du mouvement imposé.

On repasse dans l'espace physique :

```
# --- restitution en base physique ------------------------------------

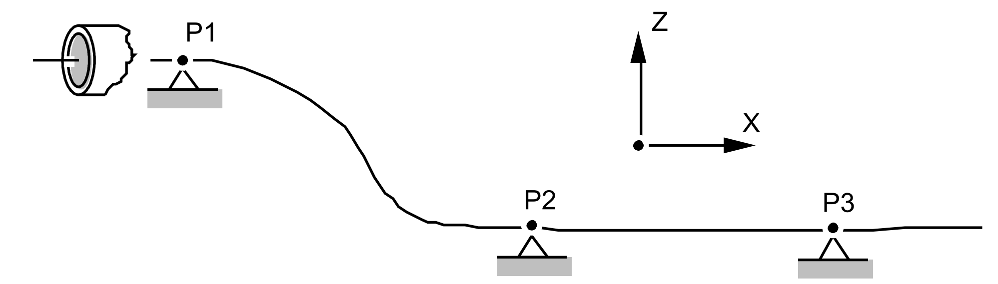

LISTINST=DEFI_LIST_REEL( DEBUT=1.334,
                         INTERVALLE=_F( JUSQU_A = 3.154, NOMBRE = 1) )

TRANPHYS=REST_GENE_PHYS(  RESU_GENE=TRANGENE,
                          CRITERE='RELATIF',   PRECISION=1.E-06,
                          LIST_INST=LISTINST,   TOUT_CHAM='OUI' )
```

## 4.2 Calcul d'un second membre en multi appuis

L'exemple qui suit montre le calcul des seconds membres lorsque les séismes sont différents sur les appuis.

On considère la modélisation en éléments de poutre de la ligne de tuyauterie suivante sur laquelle un séisme est appliqué dans la direction X :




On calcule les modes statiques pour exprimer le vecteur d'entraînement comme une combinaison linéaire de ceux-ci.

```
MODST   = MODE_STATIQUE ( MATR_RIGI = RG,
                           MATR_MASS = MS,
                          MODE_STAT =_F( NOEUD = ('P1','P2','P3'), )
                                 ( AVEC_CMP = 'DX'),) ) ;
```

On doit calculer trois seconds membres différents (champ aux nœuds des forces d'inertie d'entraînement) pour chaque noeud ou groupe de noeud soumis au même signal sismique.

```
SMP1   = CALC_CHAR_SEISME ( MATR_MASS = MS,
                            DIRECTION =( 1., 0., 0.),
                            MODE_STAT = MODST,
                            NOEUD = 'P1' ) ;
SMP2   = CALC_CHAR_SEISME ( MATR_MASS = MS,
                            DIRECTION =( 1., 0., 0.),
                            MODE_STAT = MODST,
                            NOEUD = 'P2' ) ;
SMP3   = CALC_CHAR_SEISME ( MATR_MASS = MS,
                            DIRECTION =( 1., 0., 0.),
                            MODE_STAT = MODST,
                            NOEUD = 'P3' ) ;
```

Conformément à ce qui est expliqué dans le document de référence [R4.05.01] l'opérateur `CALC_CHAR_SEISME` calcule l'expression suivante :

$$-\boldsymbol{M}\left(\Psi_{P1,X}+\Psi_{P2,X}+\Psi_{P3,X}\right)\boldsymbol{s}$$

avec $\boldsymbol{s}=(1,0,0)$ , la direction du séisme.

Calcul de la réponse transitoire (sans amortissement) avec trois signaux sismiques différents ACCELP1, ACCELP2 et ACCELP3 :

```
TRANGENE = DYNA_LINE_TRAN ( MATR_MASS = MS,
                            MATR_RIGI = RG,
                            NEWMARK =_F(),
                            LIST_INST = LI,
                            EXCIT =(
                          _F(VECT_ASSE = SMP1, FONC_MULT = ACCELP1),
                          _F(VECT_ASSE = SMP2, FONC_MULT = ACCELP2),
                          _F(VECT_ASSE = SMP3, FONC_MULT = ACCELP3),
                                           )
                           ) ;
```

On pourra trouver d'autres exemples de structures multi-supportées soumises à des sollicitations sismiques en consultant les tests SDLD103 et SDND102.